

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA 6 LANTAI
DI BOYOLALI DENGAN METODE SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh:

YUDHA EKA PRIATAMA SAPUTRA
NIM : D 100 130 196

kepada :

PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA 6 LANTAI
DI BOYOLALI DENGAN METODE SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

Tugas Akhir

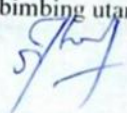
diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 5 Desember 2017

oleh :


YUDHA EKA PRIATAMA SAPUTRA
NIM : D100 130 196

Susunan Dewan Penguji

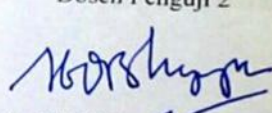
Pembimbing utama,


Budi Setiawan, S.T. M.T.
NIK : 785

Dosen Penguji 1


Muhammad Ujjianto, S.T. M.T.
NIK : 728

Dosen Penguji 2


Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIK : 610

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, Desember 2017



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

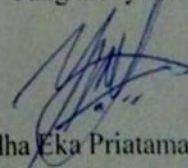
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yudha Eka Priatama Saputra
NIM : D 100 130 196
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Perencanaan Struktur Gedung Rusunawa 6 Lantai
Di Boyolali dengan Metode Sistem Rangka
Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, Desember 2017

Yang menyatakan,



(Yudha Eka Priatama Saputra)

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

(Q.S. Al-Insyirah : 6-7)

Tidak peduli seberapa banyak kamu terjatuh, yang penting adalah seberapa cepat kamu bangkit
(Anonim)

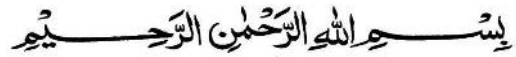
Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow
(Albert Einstein)

The best way to predict your future is to create it
(Abraham Lincoln)

PERSEMBAHAN

- *Untuk keluargaku tercinta, Bapak, Ibu dan Saudara-saudara Ku. Terima kasih atas segala doa, bimbingan, pelajaran-pelajaran yang berharga, serta kasih sayang yang telah dilimpahkan kepada saya dan telah memberikan semangat sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.*
- *Keluarga besar di Ponorogo, terima kasih atas doa dan dukungannya.*
- *Agama, Bangsa, Negara, serta Almamater dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada saya.*

PRAKATA



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA 6 LANTAI DI BOYOLALI DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Budi Setiawan, ST, MT., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T., Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak Muhammad Ujianto, S.T, M.T., selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 6). Ibu Ika Setiyaningsih, S.T, M.T., selaku Pembimbing Akademik.
- 7). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

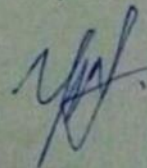
- 8). Bapak, ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.
- 9). Teman – teman Teknik Sipil khususnya angkatan 2013, Teman organisasi CUBE UMS, Cupu Family, M. Bagus Rizal R., Sigit Styawan, Niza, Dewa Atmadja, Ludy Wibisono L.H, Dega Betananda, M. Fais A., M.Syukron Maksum dan kawan-kawan. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya, serta telah menjadi teman yang baik selama menempuh studi.
- 10). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Aamiin*.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Desember 2017

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR NOTASI	xxi
ABSTRAKSI	xxv
 BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan & Manfaat Perencanaan	2
D. Batasan Masalah	3
E. Keaslian Tugas Akhir	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Umum	5
B. Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa	5
1. Daktilitas	5
2. Sendi plastis	7
3. Konsep desain kapasitas	8
C. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	10
1. Definisi Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	10
2. Kelebihan dan kekurangan SRPM terbuka	11
3. Pemilihan SRPM untuk struktur utama gedung	13
D. Konsep Pembebanan	13
1. Definisi berbagai jenis beban	13
2. Faktor keamanan	17
3. Kuat perlu (R_u), kuat nominal (R_n) dan kuat desain (R_d)	18
E. Beban Gempa	19
1. Umum	19
2. Faktor penentu beban gempa	19

3.	Respons spektrum di wilayah Indonesia	25
4.	Ketidakteraturan horisontal dan vertikal struktur.....	34
5.	Pemilihan jenis analisis beban gempa.....	38
6.	Analisis beban gempa dengan <i>Equivalent Lateral Force (ELF)</i>	39
7.	Analisis beban gempa metode dinamik respons spektrum	41
8.	Pengaruh beban gempa	43
BAB III.	LANDASAN TEORI	45
A.	Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja	45
1.	Perencanaan gording	45
2.	Perencanaan <i>Sagrod</i>	46
3.	Perencanaan kuda-kuda	47
4.	Perencanaan sambungan las	49
5.	Perencanaan pelat buhul	49
6.	Perencanaan pelat kopel	50
B.	Perencanaan Konstruksi Plat.....	50
1.	Perencanaan plat	50
2.	Perencanaan tangga beton bertulang	54
C.	Perencanaan Struktur Atas	56
1.	Pemodelan struktur.....	56
2.	Beban gravitasi struktur	56
3.	Evaluasi ketidakberaturan struktur	57
4.	Beban gempa struktur	57
5.	Analisa mekanika dan validasi <i>output</i> SAP2000	61
6.	Perencanaan balok.....	61
7.	Perencanaan kolom	69
D.	Perencanaan Struktur Bawah	75
1.	Perencanaan pondasi tiang pancang.....	75
2.	Perhitungan tulangan tiang pancang	78
3.	Perencanaan <i>poer</i>	81
4.	Perencanaan <i>sloof</i>	85
BAB IV.	METODE PERENCANAAN	91
A.	Data Perencanaan	91
B.	Alat Bantu Untuk Perencanaan	91
C.	Pedoman Yang Digunakan	92
D.	Tahapan Perencanaan	92

BAB V.	PERENCANAAN ATAP	96
	A. Denah Kontruksi Atap.....	96
	B. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda	96
	C. Perencanaan Gording	97
	1. Data-data perencanaan	97
	2. Analisis pembebanan	98
	3. Kombinasi pembebanan	101
	4. Kontrol kekuatan dan keamanan gording	101
	D. Perencanaan Kuda-Kuda Baja.....	102
	1. Data-data perencanaan	102
	2. Analisis pembebanan	103
	3. Analisa mekanika	108
	4. Perencanaan profil dan dimensi batang kuda-kuda.....	112
	5. Perencanaan sambungan las	128
	6. Perencanaan plat buhul	130
	7. Perencanaan plat kopel.....	136
 BAB VI.	 PERENCANAAN KONSTRUKSI PLAT	 139
	A. Perencanaan Plat Lantai	139
	1. Denah plat lantai	139
	2. Data-data perencanaan.....	140
	3. Analisis pembebanan plat	140
	4. Perhitungan momen plat	140
	5. Penulangan plat lantai	141
	B. Perencanaan Plat Atap.....	149
	1. Denah plat atap	149
	2. Data-data perencanaan.....	150
	3. Analisis pembebanan plat atap	150
	4. Perhitungan momen plat atap	150
	5. Penulangan plat atap	151
	C. Perencanaan Tangga.....	159
	1. Perhitungan anak tangga	159
	2. Data-data perencanaan	160
	3. Analisis pembebanan	160
	4. Analisa mekanika (momen pada tangga)	161
	5. Perhitungan tulangan tangga	162
 BAB VII.	 ANALISIS BEBAN PADA PORTAL	 174
	A. Analisis Beban Gempa pada Struktur Gedung.....	174
	1. Kontrol eksentrisitas gedung.....	174

2.	Analisis beban gempa statik ekuivalen	178
3.	Analisi pembebanan plat	178
4.	Perhitungan beban atap	181
5.	Perhitungan beban mati dan beban hidup portal	182
B.	Analisa Mekanika Struktur Portal	188
1.	Hasil analisa mekanika	188
2.	Validasi hasil output aplikasi SAP 2000	188
BAB VIII.	PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA	192
A.	Kontrol Simpangan Antar Lantai Struktur	192
B.	Kontrol Kecukupan Dimensi Portal	193
1.	Kontrol dimensi balok	193
2.	Kontrol dimensi kolom	195
3.	Dimensi akhir portal	202
C.	Perencanaan Struktur Portal dengan SRPMM	203
1.	Perencanaan balok	203
2.	Perencanaan kolom	214
3.	Kolom biaksial	224
BAB IX.	PERENCANAAN FONDASI	233
A.	Perhitungan Tiang Pancang	233
1.	Tulangan memanjang tiang pancang	238
2.	Tulang geser tiang pancang	239
3.	Daya dukung terhadap kekuatan tiang pancang	240
4.	Daya dukung terhadap kekuatan tanah	241
5.	Penentuan jumlah tiang pancang	242
6.	Perhitungan daya dukung kelompok tiang	237
7.	Kontrol daya dukung maksimum tiang pancang	243
B.	Perencanaan <i>Poer</i>	243
1.	Kontrol tegangan geser	243
2.	Pemulangan <i>poer</i>	246
3.	Panjang penyaluran tegangan tulang	250
C.	Perencanaan <i>Sloof</i>	251
1.	Pembebanan balok <i>sloof</i>	251
2.	Analisa mekanika balok <i>sloof</i>	251
3.	Penulangan balok <i>sloof</i>	253
BAB X.	KESIMPULAN DAN SARAN	259
A.	Kesimpulan	259
B.	Saran	260

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Pemilihan sistem struktur berdasarkan KDS (SNI-1726-2012)	13
Tabel II.2. Nilai berbagai beban mati (PPURG 1987).....	14
Tabel II.3. Nilai berbagai beban hidup (SNI-1727-2013).....	15
Tabel II.4. Faktor elemen beban hidup (SNI-1727-2013)	16
Tabel II.5. Nilai faktor reduksi kekuatan (ϕ) (SNI-1727-2013).....	18
Tabel II.6. Kategori resiko bangunan (SNI-1726-2012).....	20
Tabel II.7. Faktor keutamaan gempa (I_e) (SNI-1726-2012)	22
Tabel II.8. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan periode pendek (SNI-1726-2012)	22
Tabel II.9. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan periode 1 detik (SNI-1726-2012).....	23
Tabel II.10. Nilai Faktor modifikasi respons (R) (SNI-1726-2012).....	23
Tabel II.11. Faktor reduksi beban hidup (f_r) (SNI-1727-1989)	25
Tabel II.12. Klasifikasi situs tanah (SNI-1726-2012).....	31
Tabel II.13. Faktor amplifikasi periode pendek (F_a) (SNI-1726-2012)	32
Tabel II.14. Faktor amplifikasi periode 1 detik (F_v) (SNI-1726-2012).	32
Tabel II.15. Tipe ketidakberaturan horisontal gedung (SNI-1726-2012) ..	36
Tabel II.16. Tipe ketidakberaturan vertikal gedung (SNI-1726-2012).....	37
Tabel II.17. Pemilihan jenis analisis beban gempa (SNI-1726-2012)	39
Tabel II.18. Nilai C_t dan x pada jenis-jenis struktur gedung (SNI-1726-2012)	40
Tabel II.19. Koefisien C_u untuk batasan periode getar (SNI-1726-2012) .	40
Tabel III.1. Perkiraan nilai rata-rata K_d menurut bahan tiang pada tanah granuler	76
Tabel V.1. Hasil hitungan panjang batang kuda - kuda	97
Tabel V.2. Momen kombinasi perencanaan gording	101
Tabel V.3. Rekapitulasi gaya aksial batang kuda-kuda	109

Tabel V.4.	Validasi gaya batang kuda-kuda	112
Tabel V.5.	Rencana profil baja yang dipakai pada batang tekan	113
Tabel V.6.	Rencana profil baja yang dipakai pada batang tekan.	117
Tabel V.7.	Perhitungan perencanaan profil batang tekan	120
Tabel V.8.	Rencana profil baja yang dipakai pada batang tarik	123
Tabel V.9.	Rencana profil baja yang dipakai pada batang tarik	125
Tabel V.10.	Perhitungan perencanaan profil batang tarik.....	126
Tabel V.11.	Perhitungan panjang las	129
Tabel VI.1.	Momen plat lantai	141
Tabel VI.2.	Tulangan dan momen desain plat lantai.....	149
Tabel VI.3.	Momen plat atap.....	151
Tabel VI.4.	Tulangan dan momen desain plat atap	159
Tabel VI.5.	Momen pada konstruksi tangga	161
Tabel VI.6.	Tulangan dan momen desain konstruksi tangga	172
Tabel VII.1.	Pusat massa lantai atap.....	176
Tabel VII.2.	Pusat massa lantai 2 - 5	176
Tabel VII.3.	Pusat massa lantai 1	177
Tabel VII.4.	Distribusi gaya geser dasar gempa arah x	186
Tabel VII.5.	Perbandingan analisis <i>SAP</i> dan manual.	188
Tabel VIII.1.	Pehitungan kontrol <i>story drift</i>	192
Tabel VIII.2.	Hasil hitungan Q dan R dengan ρ sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% dengan $f_c' = 30$ MPa, $f_y = 390$ MPa.....	199
Tabel VIII.3.	Nilai P_u dan M_u balok B56 pada berbagai kombinasi	201
Tabel VIII.4.	Dimensi rencana akhir portal.	203
Tabel VIII.5.	Kombinasi momen lentur balok B56	203
Tabel VIII.6.	Momen lentur yang dipakai pada balok B56	204
Tabel VIII.7.	Gaya geser kombinasi balok B56.....	210
Tabel VIII.8.	Gaya geser kolom K8 arah x.....	215
Tabel VIII.9.	Gaya aksial kolom lantai 1 as 3 arah x.....	215
Tabel VIII.10.	Perhitungan s nilai lantai 1 bagian atas As 3 arah x pada kombinasi $(1,2+0,2SDS.D)+0,5L+E$	217

Tabel VIII.11.	Perhitungan s nilai lantai 1 bagian bawah As 3 arah y pada kombinasi $(1,2+0,2_{SDS}.D)+0,5L+E$	217
Tabel VIII.12.	Perhitungan tulangan longitudinal kolom K8 arah x.	219
Tabel VIII.13.	Gaya geser kombinasi kolom K8 arah x	220
Tabel VIII.14.	Gaya geser kombinasi kolom K15 arah y	222
Tabel VIII.15.	Tinjauan kolom biaksial kolom K-36 (bawah dan atas) dari semua kombinasi.....	232
Tabel IX.1.	Perhitungan kombinasi momen perlu <i>sloof</i> as-3 akibat beban kombinasi.....	252
Tabel IX.2.	Momen lentur yang dipakai pada <i>sloof</i> nomer 2 pada as-.....	252
Tabel IX.3.	Penulangan balok <i>sloof</i> pada as-3	255
Tabel X.1.	Dimensi balok dan diameter tulangan terpakai	260

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. Sendi plastis pada struktur gedung.	7
Gambar II.2. Sendi plastis pada balok (a) dan kolom (b).	8
Gambar II.3. Sendi plastis pada gedung SCWB.	9
Gambar II.4. Sendi plastis pada gedung WCSB.	9
Gambar II.5. SRPM terbuka.....	10
Gambar II.6. <i>Interstorey drift</i> pada portal	11
Gambar II.7. SRPM dengan kombinasi struktur lain.	11
Gambar II.8. <i>Soft storey</i> pada struktur.	12
Gambar II.9. Peta parameter respons percepatan periode pendek (S_s) (SNI-1726-2012).....	27
Gambar II.10. Peta parameter respons percepatan periode 0,1 detik (S_I) (SNI-1726-2012).....	28
Gambar II.11. Peta gempa koefisien risiko terpetakan periode pendek c_{rs} (SNI-1726-2012).....	29
Gambar II.12. Peta gempa koefisien risiko terpetakan periode 1 detik c_{rI} (SNI-1726-2012).....	30
Gambar II.13. Diagram respons spektrum.	33
Gambar II.14. Ketidakberaturan horisontal tipe 1a) dan 1b)..	34
Gambar II.15. Ketidakberaturan horisontal tipe 2) dan 3)..	35
Gambar II.16. Ketidakberaturan horisontal tipe 5)..	35
Gambar II.17. Ketidakberaturan vertikal tipe 1) dan 2)..	36
Gambar II.18. Ketidakberaturan vertikal tipe 3)..	36
Gambar II.19. Elemen yang harus dikalikan dengan ϕ	44
Gambar III.1. Bagan alir perencanaan gording	46
Gambar III.2. Pembebanan pada sagrod.....	47
Gambar III.3. Bagan alir perencanaan kuda-kuda rangka baja	48
Gambar III.4. Penentuan panjang bentang plat ().	51
Gambar III.5. Momen lentur pada plat satu arah.....	52

Gambar III.6.	Bagan alir perhitungan penulangan plat	53
Gambar III.7.	Bagan alir perhitungan momen rencana plat	54
Gambar III.8.	Ukuran anak tangga (T dan I)	55
Gambar III.9.	Model struktur <i>beam-slab building</i>	56
Gambar III.10.	Model beban <i>envelope</i>	56
Gambar III.11.	Definisi <i>mass source</i>	57
Gambar III.12.	<i>Modal load case</i>	58
Gambar III.13.	<i>Function respons</i> spektrum.....	59
Gambar III.14.	<i>Load case respons</i> spektrum.....	60
Gambar III.15.	<i>Load pattern</i> IBC 2009 pada SAP2000	60
Gambar III.16.	Validasi analisa beban gempa pada SAP2000.....	61
Gambar III.17.	Skema hitungan tulangan longitudinal balok	64
Gambar III.18.	Bagan alir perhitungan tulangan memanjang balok	65
Gambar III.19.	Gaya geser perlu balok	66
Gambar III.20.	Skema hitungan begel balok portal SRPMM	68
Gambar III.21.	Sketsa diagram perancangan kolom	70
Gambar III.22.	Skema hitungan begel kolom dari portal SRPMM.....	74
Gambar III.23.	Gaya dalam pada pengangkatan dua titik	78
Gambar III.24.	Gaya dalam pada pengangkatan satu titik	79
Gambar III.25.	Tegangan geser satu arah.....	81
Gambar III.26.	Tegangan geser dua arah	82
Gambar III.27.	Diagram tegangan regangan <i>poer</i>	83
Gambar III.28.	Pembebanan pada balok <i>sloof</i>	85
Gambar III.29.	Bagan alir daya dukung tiang pancang	86
Gambar III.30.	Bagan alir gaya tiang	87
Gambar III.31.	Kontrol tegangan geser <i>poer</i>	88
Gambar III.32.	Perhitungan penulangan plat <i>poer</i>	89
Gambar III.33.	Perhitungan penulangan geser tiang	90
Gambar IV.1.	Tahapan perencanaan tugas akhir	95
Gambar V.1.	Denah konstruksi atap.....	96
Gambar V.2.	Kuda – kuda utama atap	96

Gambar V.3.	Penampang profil C _{100.50.20.3,2}	98
Gambar V.4.	Pembebanan akibat beban mati.	104
Gambar V.5.	Pembebanan akibat beban mati (Plafond).	105
Gambar V.6.	Pembebanan akibat beban hidup	106
Gambar V.7.	Pembebanan akibat beban angin kanan	106
Gambar V.8.	Pembebanan akibat beban angin kiri	108
Gambar V.9.	Perencanaan plat buhul	130
Gambar V.10.	Plat Buhul A	131
Gambar V.11.	Plat Buhul B.....	132
Gambar V.12.	Plat Buhul E	133
Gambar V.13.	Plat buhul K	134
Gambar V.14.	Plat buhul M	135
Gambar VI.1.	Denah plat lantai 1 sampai 6.....	139
Gambar VI.2.	Denah plat atap.	149
Gambar VI.3.	Denah konstruksi tangga.....	159
Gambar VI.4.	Sistem perletakan pada struktur tangga bawah.....	161
Gambar VII.1.	Denah balok, balok anak, dan kolom lantai 1-3	174
Gambar VII.2.	Denah pusat massa lantai 1	176
Gambar VII.3.	Pembebanan struktur gedung.....	177
Gambar VII.4.	Pola garis leleh untuk plat persegi	178
Gambar VII.5.	Notasi as dan penyebaran beban gravitasi pada lantai atap .	179
Gambar VII.6.	Notasi as dan penyebaran beban gravitasi pada lantai dasar dan lantai 2 s/d 6	179
Gambar VII.7.	Distribusi beban pada as-2.....	180
Gambar VII.8.	<i>Load pattern</i> IBC 2009 pada <i>SAP2000</i>	187
Gambar VII.9.	Hasil <i>SAP</i> beban mati, hidup dan beban horizontal gempa .	187
Gambar VII.10.	Pembebanan dan momen akibat beban mati pada balok	190
Gambar VII.11.	Pembebanan dan momen akibat beban hidup pada balok ...	191
Gambar VIII.1.	Diagram interaksi kolom M-N arah x.....	199
Gambar VIII.2.	Plot koordinat beban pada diagram M-N.....	202
Gambar VIII.3.	Momen lentur pada balok B56	204

Gambar VIII.4.	Penulangan balok B-62 portal As 3	213
Gambar VIII.5.	Plot nilai Q dan R kolom K15 arah y dari berbagai kombinasi.....	218
Gambar VIII.6.	Plot nilai Q dan R kolom K8 arah y dari berbagai kombinasi.....	219
Gambar VIII.7.	Penulangan kolom K15.....	223
Gambar VIII.8.	Diagram M-N kolom 36 arah x.	228
Gambar VIII.9.	Diagram M-N kolom 36 arah y	229
Gambar VIII.10.	Plot P_u kombinasi $(1,2+0,2S_{DS})D+0,5L+E$ pada diagram M-N kolom 36 untuk arah x	230
Gambar IX.1.	Struktur fondasi	233
Gambar IX.2.	Gaya dalam pada pengangkatan satu titik	234
Gambar IX.3.	SFD dan BMD pengangkatan satu titik	236
Gambar IX.4.	Gaya dalam pada pengangkatan dua titik	236
Gambar IX.5.	SFD dan BMD pengangkatan dua titik.....	238
Gambar IX.6.	Tulangan memanjang tiang pancang	239
Gambar IX.7.	Penulangan tiang pancang	240
Gambar IX.8.	Penempatan 4 tiang pancang	242
Gambar IX.9.	Tegangan geser 1 arah	244
Gambar IX.10.	Tegangan geser 2 arah	245
Gambar IX.11.	Acuan momen <i>poer</i> fondasi	246
Gambar IX.12.	Penulangan <i>poer</i> dan fondasi tiang pancang	250
Gambar IX.13.	Momen lentur kombinasi balok sloof As-3	251
Gambar IX.14.	Pembagian daerah penulangan geser balok sloof nomer 2	256

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN L-1. GAMBAR DETAIL
- LAMPIRAN L-2. KOMBINASI GAYA DALAM PORTAL AS-3 DAN AS-B
- LAMPIRAN L-3. PENULANGAN BALOK DAN KOLOM PORTAL AS-3
DAN AS-B
- LAMPIRAN L-4. DATA TANAH *BORING TEST*
- LAMPIRAN L-5. PORTAL AS-3 DAN AS-C SAP2000
- LAMPIRAN L-6. LEMBAR KONSULTASI

DAFTAR NOTASI

A_{cp}	= luasan yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm^2 .
A_0	= luasan yang dibatasi oleh garis pusat (<i>centerline</i>) dinding pipa, mm^2 .
A_{0h}	= luasanyang dibatasi garis begel terluar, mm^2 .
A_s	= luas tulangan longitudinal tarik (pada balok), mm^2 . = luas tulangan pokok (pada pelat), mm^2 .
A'_s	= luas tulangan longitudinal tekan (pada balok), mm^2 .
A_{sb}	= luas tulangan bagi (pada pelat), mm^2 .
A_{st}	= $A_s + A'_s$ = luas total tulangan longitudinal (pada balok), mm^2 .
$A_{s,b}$	= luas tulangan tarik pada kondisi seimbang (<i>balance</i>), mm^2 .
$A_{s,maks}$	= batas maksimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm^2 .
$A_{s,min}$	= batas minimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm^2 .
$A_{s,u}$	= luas tulangan yang diperlukan, mm^2 .
$A_{v,u}$	= luas tulangan geser/begel yang diperlukan, mm^2 .
a	= tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen, mm.
a_b	= tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen kondisi <i>balance</i> , mm.
b	= lebar penampang balok, mm.
C_d	= faktor amplifikasi defleksi
C_u	= koefisien batas atas periode getar struktur
C_c	= gaya tekan beton, N.
C_i	= koefisien momen pelat pada arah sumbu-i.
C_{lx}	= koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
C_{ly}	= koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
C_{tx}	= koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
C_{ty}	= koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
C_{rs}	= koefisien resiko terpetakan respons percepatan periode pendek
C_{rl}	= koefisien resiko terpetakan respons percepatan periode panjang
D	= beban mati (<i>dead load</i>), N, N/mm, atau Nmm. = lambang batang tulangan <i>deform</i> (tulangan ulir).
d	= jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tekan, mm.
d_b	= diameter batang tulangan, mm.
d_d	= jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi

	serat beton tekan, mm.
d'_d	= jarak antara pusat berat tulangan tekan pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
d_s	= jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tarik, mm.
d_{s1}	= jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan tepi serat beton tarik, mm.
d_{s2}	= jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan baris kedua, mm.
d'_s	= jarak antara pusat berat tulangan tekan dan tepi serat beton tekan, mm.
E	= beban yang diakibatkan oleh gempa (<i>earthquake load</i>), N atau Nmm.
E_c	= modulus elastisitas beton, MPa.
E_s	= modulus elastisitas baja tulangan, MPa.
f_{ct}	= kuat tarik beton, MPa.
f'_c	= kuat tekan beton dan mutu beton yang disyaratkan pada beton umur 28 hari, MPa.
F_a	= koefisien situs percepatan periode pendek
F_v	= koefisien situs percepatan periode 1 detik
f_y	= kuat leleh baja tulangan longitudinal, MPa.
f_{yt}	= kuat leleh baja tulangan transversal, MPa.
h	= tinggi penampang struktur, mm.
I	= momen inersia, mm ⁴ .
K	= faktor momen pikul, MPa.
K_{maks}	= faktor momen pikul maksimal, MPa.
L	= beban hidup (<i>life load</i>), N, N/mm, atau Nmm.
M_i	= momen pelat pada arah sumbu-I, Nmm.
M_n	= momen nominal <i>aktual</i> struktur, Nmm.
$M_{n,maks}$	= momen nominal <i>aktual</i> maksimal struktur, Nmm
M_{lx}	= momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), Nmm.
M_{ly}	= momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), Nmm.
M_{tx}	= momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), Nmm.
M_{ty}	= momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), Nmm.
M_U	= momen perlu atau momen terfaktor, Nmm.
M_r	= momen rencana struktur, Nmm.
m	= jumlah tulangan maksimal per baris selebar balok.
N	= standard penetration test

n	= jumlah total batang tulangan pada hitungan balok.
	= jumlah kaki begel pada hitungan begel.
P_{cp}	= keliling yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
P_h	= keliling yang dibatasi garis begel terluar, mm.
q_D	= beban mati terbagi rata, N/mm.
q_L	= beban hidup terbagi rata, N/mm.
q_u	= beban terfaktor terbagi rata, N/mm.
r	= jari-jari inersia, mm.
S_{DS}	= parameter respons percepatan periode pendek
S_{D1}	= parameter respons percepatan periode 1 detik
S	= jarak 1 meter atau 1000 mm.
s	= spasi begel balok atau spasi tulangan pelat, mm.
T_n	= momen puntir (torsi) nominal, Nmm.
T_u	= momen puntir (torsi) perlu atau torsi terfaktor, Nmm.
U	= kuat perlu atau beban terfaktor, N, N/mm, atau Nmm.
V_c	= gaya geser yang dapat ditahan oleh beton, N.
V_n	= gaya geser nominal pada struktur beton bertulang, N.
V_s	= gaya geser yang dapat ditahan oleh tulangan sengkang/begel, N.
V_u	= gaya geser perlu atau gaya geser terfaktor, N.
V_{ud}	= gaya geser terfaktor pada jarak d dari muka tumpuan, N.
	= faktor lokasi penulangan.
β	= faktor pelapis tulangan.
β_1	= faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen yang nilainya bergantung mutu beton.
γ	= faktor ukuran batang tulangan.
γ_c	= berat beton, kN/m ³ .
γ_t	= berat tanah diatas fondasi, kN/m ³ .
	= faktor beban agregat ringan.
	= panjang bentang, m.
d	= panjang penyaluran tegangan tulangan tarik atau tekan, mm.
db	= panjang penyaluran tegangan dasar, mm.
dh	= panjang penyaluran tulangan kait, mm.
hb	= panjang penyaluran kait dasar, mm.

- n = bentang bersih kolom atau balok, m.
- W = lambang dimensi batang tulangan polos, mm.
- = faktor reduksi kekuatan.
- = faktor redundansi
- ϕ = faktor kuat lebih struktur
- = simpangan antar lantai

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA 6 LANTAI
DI BOYOLALI DENGAN METODE SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

Yudha Eka Priatama S.¹⁾

Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani
Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta
e-mail : yudhaext21@gmail.com

ABSTRAKSI

Kabupaten Boyolali merupakan kabupaten yang sedang berkembang pesat baik dari segi bisnis maupun infrastruktur membuat kebutuhan hunian juga meningkat. Oleh sebab itu akan direncanakan sebuah gedung Rusunawa 6 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) di wilayah tersebut. Struktur gedung yang direncanakan harus mempertimbangkan aspek keamanan, kenyamanan, arsitektural dan ekonomi. Perencanaan gedung apartemen ini mengacu pada standar peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan, yaitu SNI-1726:2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung) dan SNI-2847:2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Perencanaan gedung ini mencakup struktur utama (struktur atas balok kolom dan struktur bawah) serta struktur rangka atap baja dan struktur plat (plat lantai dan tangga). Dengan lokasi gedung di wilayah Boyolali (koordinat *latitude* -7,509604 *longitude* 110,750914) dan perhitungan klasifikasi situs tanah termasuk kategori *SD* (tanah sedang), maka diperoleh nilai S_{DS} dan S_{DI} adalah 0,731g dan 0,307g. Untuk kebutuhan perencanaan beban gempa pada gedung dengan SRPMM, dipakai faktor keutamaan bangunan I_e dengan nilai 1,0 (hunian, kategori risiko II) faktor modifikasi respons (R) sebesar 5, faktor perbesaran defleksi (C_d) 4,5 dan faktor kuat lebih (ϕ) bernilai 3. Mutu beton yang dipakai f'_c 30 MPa, serta tulangan baja BJTS 400 MPa dan BJTP 250 MPa. Balok struktur direncanakan berdimensi 250/400 untuk lantai 1 sampai lantai atap. Sedangkan untuk kolom direncanakan dengan dimensi 350/550 untuk lantai 1 sampai dengan lantai atap. Struktur bawah direncanakan memakai pondasi tiang pancang dengan poer 2,4x2,4 m dan tiang dengan dimensi 35x35 cm dengan kedalaman 11 m.

Kata kunci : perencanaan, sistem rangka pemikul momen menengah, struktur gedung.

ABSTRACTION

Boyolali is the district have fast growing in terms of business and infrastructure to make occupancy needs increased. Therefore it, will be planned building rusunawa 6 floors using Intermediate Moment Resisting Frame (IMRF) in the area. The planned structure of the building should considered aspects of safety, comfortable, architectural and economic. Planning building used regulation from SNI-1726: 2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung) and SNI-2847: 2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Planning of this building includes the main structure (upper structure and under structure), truss roof structure and slabs structure (floor and staircase). With the location of building in Boyolali area (coordinate latitude -7,509604 and longitude 110,750914) and calculation of ground classification include classification S_D (medium ground), obtained value of S_{Ds} and S_{D1} is 0,731g and 0,307g. For the planning needs of earthquake load in the building with IMRF used primary building factor I_e with value 1.0 (occupancy, risk category II) response modification factor (R) 5, deflection magnification factor (C_d) 4,5 and more strenght factor (ϕ) value is 3. The quality of concrete used f_c '30 MPa, and reinforcement BJTS 400 MPa and BJTP 240 MPa. The planned structure beams 250/400 mm for the 1st floor to the roof floor. As for the column is planned with a dimension of 350x550mm for the 1st floor up to the roof floor. The bottom structure is planned to use pile cap foundation with poer 2,4x2,4 m and pole with diminsion as 35x35 cm with depth 11 m.

Keywords: building structure, Intermediate Moment Resisting Frame, planning.